

19 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

12

Patentschrift  
DE 42 28 484 C 2

10

51

Int. Cl.<sup>6</sup>:

G 01 K 7/00

G 01 K 7/02

G 01 K 7/16

21 Aktenzeichen: P 42 28 484.8-52

22 Anmeldetag: 27. 8. 92

43 Offenlegungstag: 10. 3. 94

45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 1. 10. 98

DE 42 28 484 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:

Bantien, Frank, Dipl.-Phys., Dr., 71254 Ditzingen,  
DE; Reihlen, Eckart, Dr.-Ing., 72766 Reutlingen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 23 02 615 C3

DE 27 33 071 A1

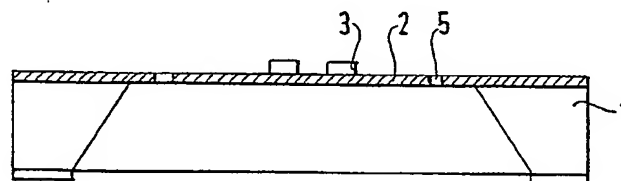
US 45 01 144

US 37 58 830

WO 89 05 963

54 Temperaturfühler

57 Temperaturfühler zur Messung der Temperatur eines  
strömenden Mediums, insbesondere zur Messung der  
Temperatur einer Luftströmung, mit einer dünnen, in ei-  
nem Rahmen (1) aus einkristallinem Silizium aufgehäng-  
ten Membran (2), auf der ein Temperaturmeßelement (3,  
4) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Mem-  
bran (2) aus Siliziumoxid, Siliziumnitrid oder Siliziumoxi-  
nitrid besteht, und daß die Membran (2) Schlitze (5) auf-  
weist, die zwischen Temperaturmeßelement (3, 4) und  
Rahmen (1) angeordnet sind.



DE 42 28 484 C 2

Die Erfindung geht aus von einem Temperaturfühler nach der Gattung des Hauptanspruchs. Aus der DE 23 02 615 C3 ist bereits ein Temperaturfühler mit einer dünnen, an einem Tragkörper aufgehängten Membran bekannt, wobei auf der Membran ein Temperaturmeßelement angeordnet ist. Das Temperaturmeßelement ist als mäanderförmige Leiterbahn mit einem temperaturabhängigen Widerstand ausgebildet. Als Materialien für die Membran werden Kunststoffe, Glimmer und Quarz genannt.

Aus der US 4 501 144 sind temperaturabhängige Widerstandselemente auf Membranen bekannt, die jedoch in unmittelbarer Nähe eines Heizers angeordnet sind und daher nicht die Temperatur des vorbeiströmenden Mediums, sondern den strömungsbedingten Wärmeübergang in das Medium nachweisen. In der, gleichen Schrift werden auch Meßelemente offenbart, die die Temperatur des Mediums messen, die sind jedoch nicht auf Membranen angeordnet.

Aus der US 3 758 830 ist ein Temperaturfühler mit einem Rahmen aus einkristallinem Silizium und eine Membran, auf der Temperaturmeßelemente angeordnet ist, bekannt. Im Unterschied zum erfindungsgemäßen Temperaturfühler besteht jedoch die Membran im wesentlichen aus einkristallinem Silizium.

In der WO 89/05963 wird ein Massenflusssensor beschrieben, der ebenfalls eine Membran, die in einem Rahmen aus einkristallinem Silizium aufgehängt ist, aufweist. Als Materialien für diese Membran werden Siliziumoxid und Siliziumnitrid offenbart. Die Membran wird durch einen Heizer erwärmt. Durch die gute thermische Isolation der Membran kann dabei die benötigte Heizleistung gering gehalten werden. Weiterhin sind auch Meßelemente 6 und 7 vorgesehen, die die Temperatur des strömenden Mediums messen (Seite 10, Zeilen 19 bis 22). Wie aus den Fig. 1 und 2 entnehmbar ist, sind diese Temperaturmeßelemente 6, 7 für die Messung der Temperatur des vorbeiströmenden Mediums jedoch nicht auf der Membran, sondern auf dem Rahmen aus einkristallinem Silizium gelegen, so daß die Geschwindigkeit der Temperaturmessung des vorbeiströmenden Mediums durch die thermische Trägheit des Siliziumrahmens verlangsamt wird.

#### Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße Temperaturfühler mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß der Temperaturfühler besonders klein baut, durch Massenfertigungsverfahren besonders einfach und kostengünstig herstellbar ist und durch das Einbringen von Schlitzen in der Membran zwischen dem Temperaturmeßelement und dem Rahmen die thermische Isolation zwischen Temperaturmeßelement und Rahmen verbessert und infolgedessen die Reaktionsgeschwindigkeit des Temperaturfühlers auf Temperaturänderungen des strömenden Mediums erhöht wird. Die Reaktionsgeschwindigkeit wird auch durch die Materialien der Membran vorteilhaft beeinflusst.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Temperaturfühlers möglich. Einfachste Ausführungsformen des Temperaturmeßelementes bestehen aus einem temperaturabhängigen Widerstand oder einem Thermoelement. Temperaturfühler auf Membranen, die durch rückseitige Ätzung aus einem Siliziumplättchen herausstrukturiert sind, zeichnen sich vor

allem durch die einfache Herstellung in der Massenfertigung und somit geringen Herstellungskosten aus.

#### Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 einen Querschnitt, Fig. 2 eine Aufsicht und Fig. 3 die Herstellung eines Temperaturfühlers gemäß der Erfindung.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Ein Temperaturfühler gemäß der Erfindung ist in der Fig. 1 im Querschnitt und in der Fig. 2 in der Aufsicht gezeigt. Die Fig. 1 entspricht einem Schnitt durch die Fig. 2 entlang der Linie I-I. Der Temperaturfühler weist eine Membran 2 und einen Rahmen 1 auf, wobei die Membran 2 mit ihrem Randbereich mit dem Rahmen 1 verbunden ist. Ungefähr auf der Mitte der Membran 2 ist ein Temperaturmeßelement 3, 4 angeordnet. Wie in der Fig. 1 im Schnitt zu sehen ist, ist der Rahmen 1 wesentlich dicker als die Membran 2 oder das Temperaturmeßelement 3. Weiterhin kann die Membran 2 Schlitze 5 aufweisen, die so angeordnet sind, daß sie zwischen dem Temperaturmeßelement 3, 4 und dem Rahmen 1 angeordnet sind.

In der Fig. 2 sind in der Aufsicht zwei verschiedene Ausgestaltungen des Temperaturmeßelementes 3, 4 zu sehen. Beim Temperaturmeßelement 3 handelt es sich um einen temperaturabhängigen Widerstand. Durch Kontaktierung der auf dem Rahmen 1 angeordneten Anschlußbereiche 6 kann der elektrische Widerstand des Temperaturmeßelementes 3 gemessen werden, der eine Funktion der Temperatur ist. Das Temperaturmeßelement 4 ist als Thermoelement ausgebildet, d. h. an den Anschlußbereichen 6 liegt eine Spannung an, die eine Funktion der Temperaturdifferenz zwischen Membranmitte und Rahmen ist. Das Thermoelement 4 besteht aus Teilstücken 11, 10 die aus verschiedenen Materialien bestehen. Wenn die Übergangsbereiche zwischen den verschiedenen Materialien auf unterschiedlichen Temperaturen gehalten sind, liegt an den Anschlußbereichen 6 eine Thermospannung an. Die Membran 2 ist sehr dünn, so daß durch das vorbeiströmende Medium die Membran 2 sehr schnell die Temperatur des vorbeiströmenden Mediums annimmt. Durch die Temperaturmeßelemente 3, 4 wird somit die Temperatur des vorbeiströmenden Mediums fast ohne Zeitverlust gemessen. Um die Zeit für die Temperaturanpassung der Temperaturmeßelemente 3, 4 gering zu halten, sollte die Membran 2 aus einem Material mit geringer Wärmekapazität und einem geringen Wärmeleitvermögen bestehen. Geeignete Materialien sind beispielsweise Siliziumoxid oder Siliziumnitrid, die sich zudem besonders leicht auf der Oberfläche von Silizium erzeugen lassen. Weiterhin kann der Wärme fluß vom Rahmen 1 zur Mitte der Membran 2 hin durch das Einbringen von Schlitzen 5 verringert werden. Auch durch diese Maßnahme wird die Reaktionsgeschwindigkeit des Temperaturfühlers erhöht.

In der Fig. 3 wird gezeigt, wie der Temperaturfühler durch rückseitiges Ätzen aus einer Siliziumplatte 20 herausstrukturiert wird. Dazu ist auf der Rückseite der Siliziumplatte 20 eine Ätzmaskierung 21 aufgebracht, die durch die verwendete Ätzlösung nicht angegriffen wird. Die Siliziumplatte 20 kann beispielsweise eine 1 0 0-Orientierung aufweisen und wird dann zweckmäßigerweise mit einer basischen Ätzlösung geätzt. Durch diese Ätzung wird der Rahmen 1 mit schrägen Seitenwänden, die einen Winkel von ca. 57° gegenüber der Oberfläche aufweisen, herausstrukturiert. Zweckmäßigerweise sind vor der Ätzung auf der Oberfläche

bereits die Strukturen für die Temperaturmeßelemente 3, 4  
gelegen.

#### Patentansprüche

5

1. Temperaturfühler zur Messung der Temperatur eines strömenden Mediums, insbesondere zur Messung der Temperatur einer Luftströmung, mit einer dünnen, in einem Rahmen (1) aus einkristallinem Silizium aufgehängten Membran (2), auf der ein Temperaturmeß-  
element (3, 4) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Membran (2) aus Siliziumoxid, Siliziumnitrid oder Siliziumoxinitrid besteht, und daß die Membran (2) Schlitze (5) aufweist, die zwischen Temperaturmeßelement (3, 4) und Rahmen (1) angeordnet sind. 10
2. Temperaturfühler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Temperaturmeßelement (3) als temperaturabhängiger Widerstand ausgebildet ist. 15
3. Temperaturfühler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Temperaturmeßelement (4) als  
Thermoelement ausgebildet ist. 20
4. Temperaturfühler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen (1) als Tragkörper der Membran (2) von der Rückseite einer Siliziumplatte (20) durch Ätzen herausgebildet ist, wobei das Membranmaterial in bezug auf das verwendete Ätzmittel eine Ätzrate aufweist, die nur ein Bruchteil derer des Rahmens (1) ist. 25

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

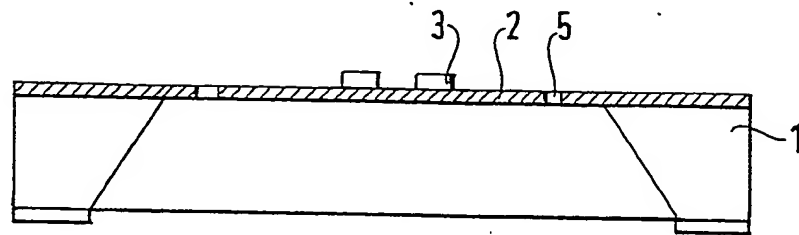


FIG. 2

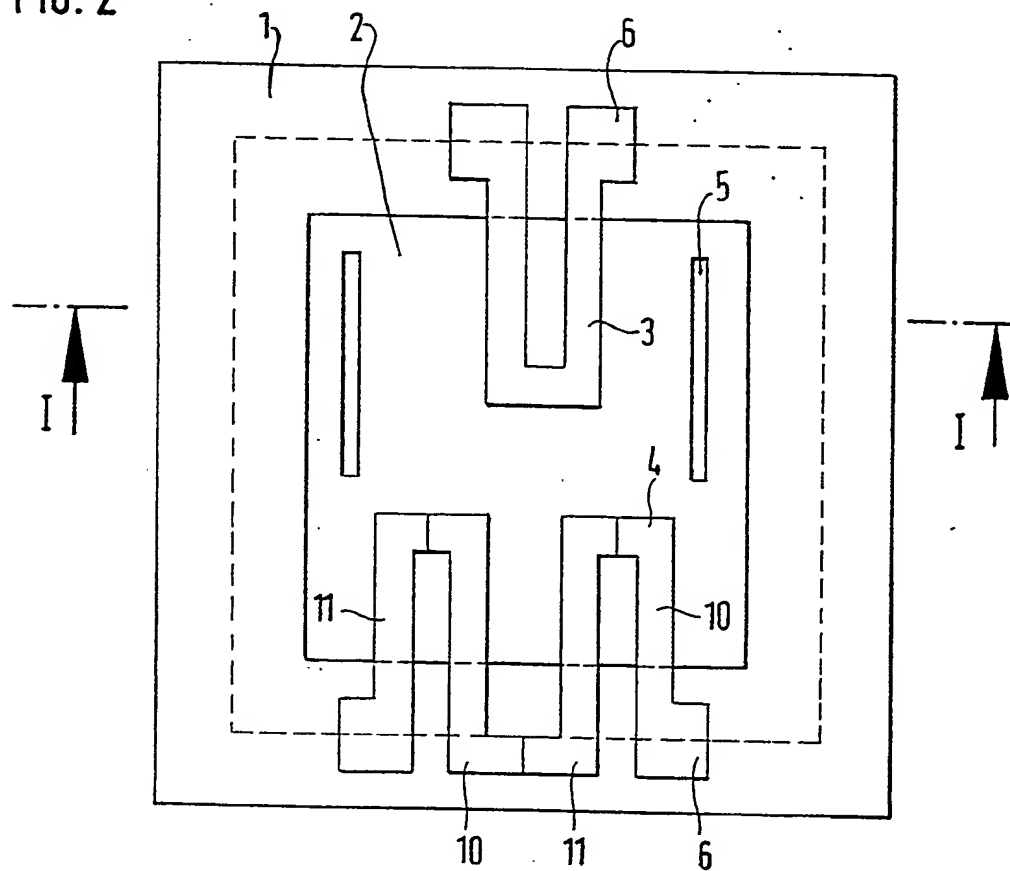


FIG. 3

